to access the market demand, sales information and pricing within minimum time frame therefore their risks of economical loss will be minimized. Through the channel of grower's association, weather forecasting and market forecasting, sales and production are well regulated. The key that links the whole system is the establishment of entire information network. At present, both the information needed for environmental control which fit the crop growth model and individual controllers have not yet been systematized. The database or knowledge base required for this task can be established through the understanding of growth pattern within the controlled environment. The basic premises of proposed controlling system are reliable, stable, energy saving, easy to operate, easy to maintain and relatively inexpensive. In terms of operation, the basic requirements are less labor, higher efficiency, comfort and safety.

An example of the automated greenhouse located in Department of Horticulture, National Taiwan University was given her to illustrate some key points to design an automated greenhouse. The purpose of this study is upgrading our protected horticulture to the level of developed countries.

理想栽培介質之調製

王 才 義*
中興大學園藝學系

摘 要

理想的溫室作物栽培介質，尤指容器栽培，可經由人工調製而獲得。這種栽培介質，如果具有可再生產性，則不必全靠天然土壤，將作物生產由被動帶向主動，也是設施園藝主要特色之一。先就介質的物理、化學、生物及經濟特性分析，然後建立標準尺度，以利作物生長期間，水分及養分的管理，藉電腦操作而達自動化生產。

植物科學家，研究植物容器栽培，特別重視栽培介質的物理特性，由於物理特性影響化學及其他特性，而且物理特性間也有交感作用。本報告強調介質粒子大小，孔隙度及有效性水分間的關係。討論專家學者如何研製栽培介質的配方，以及農民栽培者如何利用此種配方，來調製理想的栽培介質。

一、前 言

土壤是最重要的園藝資源之一，因為土壤是園藝作物栽培介質，提供作物根生長的環境(2,8)。作物根的固著、水分、氧氣、和重要營養要素大多取自土壤；聰明的人類在研究過土壤與作物的關係後，便大膽地使用任何無毒素的物質來栽培作物(8,15)。即使用水亦可栽培，由於營養素很容易溶於水，只要解決植株固定和供氧的問題；最近溫室作物也頗時興養液栽培，本研討會另有專節討論，因此非本報告的範圍。

設施園藝控制栽培環境，使適於作物生長，將作物生產由被動帶向主動。作物地上部的環境控制，已經有很長足的進步，但對於地下部或根的環境控制進展則較緩慢˙。在固定的設施下栽培作物，由於連作土壤劣變，鹽類蓄積，土壤病蟲害滋生，而產生人工調製栽培介質或添加有機物堆肥以改善作物的根環境(2·4·6·7·8·9·10·13·14·16)，不必全靠天然土壤。尤其是溫室作物常利用容器，無論是以栽植床生產切花或盆缽栽培植物，其根生長環境與在大地生長環境有很大差異：介質空間很淺又很小。因此天然的土壤常不適用，而有人工調製的必要。基本上用天然土壤上有很多不便，例如要解決連作病害必須消毒，土壤笨重不利盆花運輸，而好的土壤也不容易獲得；但人工調製的介質，可重複調製具可再生產性，經由對介質理化性等的分析，幾乎可調製獲得相同組成的栽培介質，又可避免病害及雜草，再者是重量輕，可以隨作物的不同而調製理想栽培介質等都是人工介質的有利點(16)。人工調製栽培介質方便控制根環境，是為適應容器栽培所必需。

* 國立中興大學園藝系講師

沒有一樣栽培介質，在一種栽培管理下，適合所有的作物生產的[5,8,14]。換句話說，相同的栽培介質，在不同的管理方法，或栽培不同的作物時，會產生不同的結果，因此沒有「完美的」栽培介質，只有「理想的」栽培介質。為適應不同作物的需求，改善根環境，我們可以調製各種「理想的」栽培介質。常聽到這是矮牽牛栽培介質，那是天竺葵栽培介質，而那又是吊盆栽培介質的廣告，但是經不同的生產者使用後，卻反應不同的結果。這是由於所使用的設施和管理不同所致。事實上，用一樣栽培介質，採用不同的管理（施肥，灌水）方法，亦可栽培多種作物，所以宣稱是何種作物栽培介質，必須說明在何種管理方法下才有意義[14]。選擇理想介質適合栽培作物需求，否則改變管理方法因應介質特性[8]。

理想的栽培介質，須具備可再生產性[11,12]。可再生產性的獲致，來自對介質特性的標準化，尤指介質理化性的實驗室分析，才能保證每次調配出來的栽培介質品質組成分一致。商品化的栽培介質，由於注意理化性的標準化，因此比栽培者自己依研究者所公佈的配方，調製得的產品品質一致。似乎有一趨勢，栽培者欠缺標準化的概念，幾次自己調製品質不確定的介質後，轉而向介質公司直接買調配好的標準化產品使用。本報告討論選擇栽培介質的準則，並舉例說明理化性的標準化，特別強調物理特性中粒子大小，孔隙度及有效性水分間的關係，供將來有意從事生產栽培介質資材者參考，同時也是一般設施園藝栽培者所必備的常識。

二、 選擇栽培介質的準則

設施園藝使用栽培介質，傾向選擇低總體密度，多孔物質，以合成或加工物質取代天然土壤的趨勢[15]。有機成分通常為水苔泥炭、鋸屑、樹皮或穀殼農業廢棄物等，無機成分通常為砂、砾石、珍珠砂等，這兩類成分混合而成[8,15]。選擇時從其生物的、化學的、物理的以及經濟的特性四方面來考慮（表1）。

生物的特性：我們得從二個角度來考慮(一)有害的有機體（病原菌、害蟲及雜草種子）存在與否；(二)是有益的微生物存在與否。絕對無病原菌的物質是不可能辦到的，即使經高溫加工過的砾石或珍珠砂，也可能被空氣中的灰塵所污染。調配均衡的栽培介質，應檢驗有無被病原菌污染，注意調製場所以及工具的衛生。也有學者建議加入有益的微生物，以平衡病原菌危害[8,9]。

化學的特性：讓人想到的不外乎營養素（Nutrients）、陽離子交換能力（C.E.C.）、緩衝能力（Buffer Cappcity）、pH值、電導度（E.C.）或可溶性鹽（Soluble Salts）以及毒素（Toxins）[8,16]。栽培介質中的營養素含量及陽離子交換能力高否，已不很重要，因為可用施肥技術解決。現代施肥管理採取可溶性恆常施肥（Constant Feeding），幾乎就是 Hydroponic Culture。設施園藝栽培介質並不追求保肥力很高的根介質，人們使用岩棉也可栽培品質產量皆高的番茄，便是例證。高的緩衝能為的是減少栽培介質pH值變化太大，否則在栽培期間，為應作物需求得經常調整pH值以利營養吸收。pH值的調整常用白雲石粉，依栽培作物而定，通常在5.5～6.0之間，又採用以水苔泥炭為主的無土介質可較低些，含土介質則採較高值。栽培介質的電導度高，顯示可溶鹽類太多，易使作物產生鹽害。當然介質中，完全無植物毒物質是最好的，有些介質成分中的毒素經堆積或溶洗後可消失。

物理的特性：肥料可以解決栽培介質中植物營養素的問題，調製栽培介質場所及工具注意衛生，使不污染病原菌之後，最重要的便是介質組成分的物理特性了[8]。重要的物理性（表1）有：充氣孔隙度（Air-filled Porosity）、極有效性水分（Easily Available Water，E.A.W.）

表1 盆缽栽培介質的重要特性

Table 1 Important properties of potting media

特性	說明
生物的	無病原菌及雜草種子，但含有益的微生物或有機體。
化學的	
nutrients	均衡營養素的提供。
C.E.C.	0.05～0.1m.e./ ml。
Buffer Capacity	越高越好。
pH	依栽培作物而定，通常在5.5～6.0。
E.C.	2～11 ds/ m。
Toxins	無植物毒物質最理想。
物理的	
充氣孔隙度	10～50%（V/ V）。
有效性水分	越多越好，至少20%（V/ V）。
總體密度	0.3～0.6g/ mℓ。
粒子穩定度	成分粒子不要分解得太快。
可沾濕度	尤其有機無土介質需加展著齊以利灌水。
經濟的	容易取得，越便宜越好。

、總體密度（Bulk Density）、粒子穩定度（Particle Stability）以及可沾濕度（Wetability）等[8,16]。展著劑的添加，可解決水苔泥炭、樹皮等有機成分乾燥後不易再回潮的問題。成分粒子不要分解得太快，否則產生通氣不良及體積縮小的現象。依植株的固定，選擇穩定的總體密度，總體密度太低則盆花容易倒伏，太高密度則不利搬運。粒子大小公布，影響充氣孔隙度及極有效性水分（E.A.W.）容後討論。

經濟的特性：栽培介質成分材料必須容易取得，貨源不絕，而且價格合理。水苔泥炭由於不斷開採使用，將有耗盡的一天，而價格亦逐年提高，便有尋找替代用品的需要。

三、 栽培介質物理特性的標準化

在評估栽培介質的物理特性時，有二套標準為人所知，一是 De Boodt 氏的標準（表2），另一是荷蘭式標準（表3）。De Boodt（1965）所建立的標準，原先是供植床作物栽培參考的，因此在分析測試總體密度，總孔度，充氣度時都不鎮壓。在 pF1～1.7 間的土壤水分含量，叫做極有效性水分（Easily Available Water，E.A.W.）；在pF1.7～2之間的水緩衝能力（Water Buffer Capacity，W.B.C.）。Lemair 氏等（1980）採 E.A.W 和W.B.C.合計為可利用水（Arailabe Water，A.W.）。因此可將表2的標準簡化為在pF1-2之間的水分含量為26～40%。

表 2 De Boodt氏盆花介質物理性標準[2]
Table 2. De Boodt Standards (%, by volume).

Total Porosity	Air Cont. at pF 1	Water Content pF 1–1.7	Water Content pF 1.7–2	Water Content at pF 2
min.85	20–30	20–30	6–10	15–39

表 3 荷蘭式溫室植床介質物理性標準[2]
Table 3. R H P Standards (%, by volume).

Total Porosity	Solid (at pF 1.5)	Water (at pF 1.5)	Air (at pF 1.5)
min.85	max.15	min.45	min.25

表 3 所列的標準與表 2 有些許差異，這標準是經六十位荷蘭研究人員所訂定的，原先是供調製盆花栽培介質用，現已被 RHP（i.e. the Dutch Controlling System for Commercial Potting Composts）所採用。因為是供盆花介質用，所以分析測試步驟，對介質和½bar的壓力。在使用上述二套標準評估栽培介質時，要注意鎮壓所產生的差異，表 4 提供測試資料之參考比較[2]。

表 4 總體密度（g/ mℓ）和其他物理特性（%，V/ V）受鎮壓的影響[2]
Table 4. Bulk density and other physical properties as affected by compress.

	總體密度	總孔度	pF 1.5 固相	pF 1.5 液相	pF 1.5 氣相	氣相 pF1	可利用水 pF1—1	水 pF2
栽培介質								
無鎮壓	0.213	88.6	11.4	55.1	33.5	9.4	34.9	44.3
有鎮壓	0.252	86.4	13.6	64.3	22.1	7.4	27.1	51.9
水苔泥炭A								
無鎮壓	0.097	94.1	5.9	45.8	48.3	24.2	37.2	32.7
有鎮壓	0.167	89.8	10.2	54.6	35.2	11.6	39.9	38.3
水苔泥炭B								
無鎮壓	0.119	92.5	7.5	51.0	41.5	16.9	35.6	40.0
有鎮壓	0.134	91.6	8.4	57.4	34.2	14.0	34.3	43.3
標準		≧85	≦15	≧45	≧25	20-30	26-40	15-39

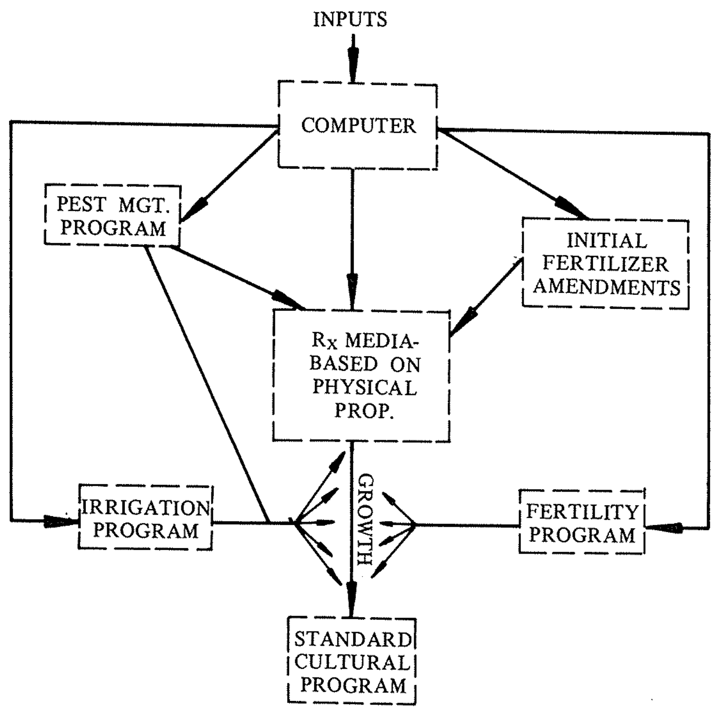

圖 1 電腦整合栽培管理程序[11]
Fig 1. Computer integrated plant cultural management program.

有些文獻以10～100㎝水頭張力表示介質的容易被利用水量，也有些以 1～10kPa張力表示[4,5,7,8]。這只是單位的不同，基本概念是一致的。調製栽培介質者，特別重視極有效性水分（E.A.W.或R.A.W.），是因為如果栽培介質的 E.A.W.或 R.A.W. 含量高時，則灌溉次數便不必那麼頻繁。在作物栽培期間，根介質最主要的管理是水分和養分，又通常肥料也可溶於灌溉水，因此栽培介質物理特性標準化以後，對於水分及養分便能合理控制。圖 1 是栽培介質實驗室分析資料標準化，與電腦操作可能的程序結合，也是設施園藝邁向自動化管理所必經之途。

四、 介質粒子大小、孔隙度與有效性水分

研究容器植物栽培的科學家，特別重視栽培介質的物理特性[1,3,4,5,6,7,11,12,16]，由於物理特性影響化學及其他特性，而且物理特性間也有交感作用[8,11,12]。專家研究混合介質配方，心中常存一個非常重要的標的：要尋找充氣孔隙度（Air-filled porosity at container capacity）和極有效性水分的平衡點。這個關鍵在於介質成分粒子大小分布（Particle-Size distribution）。Richard 氏等（1964）宣稱實驗室分析培養土（Soil mix）的粒子大小分布，所得的數據，遠不如其他物理性，如總體密度，水導度或水分釋放率來得有意義[7]。Hoitink 和 Poole（1980）也指稱，毫無公式可解釋粒子大小分布與空氣充氣孔隙度和有效性水分之間的關係[7]。因此很少人重視介質粒子大小分布的測定分析。

栽培介質中，“粗”粒子提供“開放”的空間而充滿空氣；而“細”的粒子填塞孔隙，增加保水力，減少充氣孔隙度。這層道理我們很容易明白。但是“粒子之大小”，必須有具體的數字範圍。最近 Handreck 氏（1983）的報告非常實用具體，介質粒子大小分布的測定分析重被重視[1,4,5,11,12]。

圖 2 是以蒙達利松（*Pinus radiata*）樹皮介質測試所得的結果，顯示小於0.5mm粒子顯著地影響充氣孔隙度和有效性水分含量，大於0.5mm粒子使得介有較大的充氣孔隙度因此有效性水分含量很少。表 5 及表 6 更進一步說明小於0.5mm砂粒子對粗松樹皮有效性水分含量及充氣孔隙度的影響。原粗松樹皮介質的有效性水分含量僅3%，在加入各種小於0.5mm砂比率時，有增加有效性水分的效果，以在0.1-0.25mm砂粒效果最佳（表 5）。原粗松樹皮的孔隙度是48%，在加入小於0.5mm砂後，充氣孔隙度減少，尤以小於0.25mm的粒子影響較0.25-0.5mm間的砂粒子之影響為顯著（表 6）。

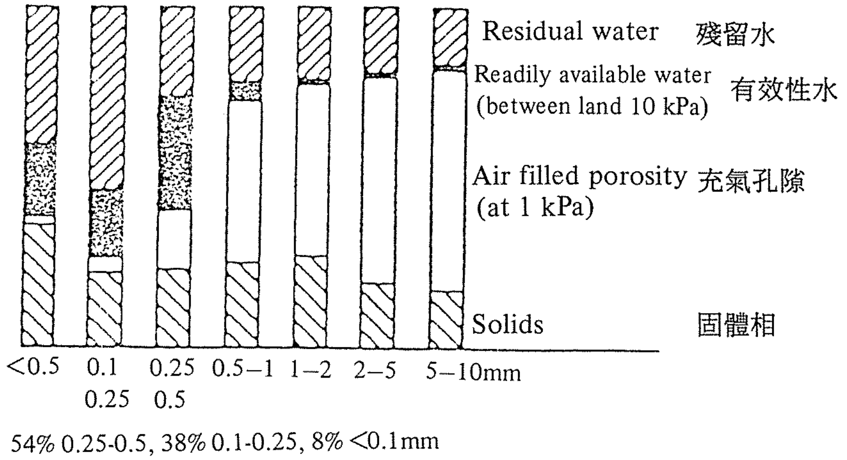

圖 2　蒙達利松樹皮介質粒子大小分布與充氣孔隙度與有效性水分之關係[8]

Fig 2.　The relationship among distribution of particle size, air-filled porosity and available water for Pinus radiata bark.

表 5　小於0.5mm砂粒子對粗松樹皮介質有效性水分之影響[7]

Table 5. Water released between 1 and 10 kPa suctions from mixtures of a coarse grade of pine bark (0.5–5.0 mm*) and various sand fractions. The coarse bark mixture released 3 volume % water. All figures are volume percent of the mix. (From Handreck, K.A. Comm. Soil Sci. Plant Analysis 14: 209, 1983)

Sand fraction (mm)	Ratio of coarse bark to sand (by volume) 20:1	10:1	7:1	5:1	3:1	2:1
0.05–0.1	5	4	8	9	8	–
0.05–0.25	7	9	12	13	13	13
0.05–0.5	6	6	12	16	14	16
0.1 –0.25	6	12	13	14	17	19
0.1 –0.5	6	9	11	15	17	21
0.25–0.5	4	8	13	9	14	14

* The coarse bark contained equal propotions by volume of 0.5–1, 1–2, and 2–5 mm fractions.

表 6　小於0.5mm砂粒子對粗松樹皮介質充氣孔隙度之影響[7]

Table 6. Air-filled porosities at 1 kPa suction of mixtures of a coarse grade of pine bark (0.5–5.0 mm*) and various sand fractions. The air-filled porosity of the coarse bark mixture itself was 48%. All figures are are volume percent of the mix. (From Handreck, K.A. Comm. Soil Sci. Plant Analysis 14: 209, 1983)

Sand fraction (mm)	Ratio of coarse bark to sand (by volume) 20:1	10:1	7:1	5:1	3:1	2:1
0.05–0.1	38	33	30	23	18	–
0.05–0.25	36	29	25	19	14	7
0.05–0.5	37	35	25	25	21	10
0.1 –0.25	40	28	27	24	17	7
0.1 –0.5	38	33	29	26	20	15
0.25–0.5	42	40	32	34	27	28

*The coarse bark contained equal proportions by volume of 0.5–1, 1-2 and 2-5 mm fractions

是否其他的物質也與砂粒一樣，對粗松樹皮介質的充氣孔隙及有效性水分也有相似的效果呢？從表 7 的數據，可以獲得肯定的答案。就泥炭土、樹皮、砂、鋸屑、珍珠砂和矽石而言，0.1-0.25mm的粒子減少充氣孔隙度度以及增加有效性水分含量，顯然比0.25-0.5mm的粒子效果來得大些。就中以泥炭土的保持有效性水分能力最高。珍珠砂減少充氣孔隙度效果小，蓋由於珍珠砂粒子中又有孔隙之故。

表 7　不同的成分物質對粗松樹皮介質充氣孔隙和有效性水分之影響[7]

Table 7. Comparative effects of different components on the physical properties of the coarse bark mixture. All figures are volume percent of the mixture. (From Handreck, KA. Comm. Soil Sci. Plant Analysis 14: 209, 1983)

Amendment	Ratio of Coarse bark mixture/amendment	Particle size range 0.25–0.5 mm: Air-filled porosity at 1 kPa suction	0.25–0.5 mm: Water released between 1 and 10 kPa suctions	0.10–0.25 mm: Air-filled porosity at 1 kPa suction	0.10–0.25 mm: Water released between 1 and 10 kPa suctions
Peat	5:1	31	13	15	22
Bark	5:1	33	9	21	16
Sand	5:1	34	9	24	14
Perlite	5:1	37	10	29	14
Vermiculite	5:1	31	11	20	13

極細的粒子（小於0.05mm）對栽培介質影響，從表8的實驗數據，可窺見端倪。在減少充氣孔隙度上非常顯著，但是在增加有效性水分上則很有限。

從上述的資料討論，歸納為以下供調製栽培介質時參考：

表 8 極細的粉碎石英（<0.05mm）粒子對樹皮/砂混合介質之影響[7]

Table 8. Effect of very fine particles of crushed quartz (<0.05mm) on the properties of barklsand mixes. The barklsand mix was that listed in the fourth line of Tables 5 and 6 sin the 5:1 ratio column (From Handreck, K.A. Comm. Soil Sci. Plant Analysis 14: 209, 1983)

Fines in the mix (%)	Total porosity (volume %)	Air filled porosity at 1 kpa suction (volume %)	Water released between: (volume %)		
			1& 10 kpa suctions	10 & 300 kpa suctions	1 & 300 kpa suctions
0	66	24	14	8	22
10	63	18	14	10	24
15	61	16	11	13	24
20	57	10	11	15	26
30	54	5	7	19	26

五、參 考

1.如果要調製非常高充氣孔隙度的栽培介質時，通常充氣孔隙度高於50%，成分粒子大多數必須大於0.5mm。而小於0.5mm／的粒子，最好不要超過5%。

2.一般通用的栽培介質，充氣孔隙度在15～25%之間，其成分粒子在0.1-0.5mm者，不可超過25%。可以有少量的細粒子，要是0.1～0.25mm的粒子含量高時，得調增0.25-0.5mm的粒子含量。而小於0.1mm的粒子含量上限是10%。

3.如果要獲得充氣孔隙度15%以下的栽培介質，其成分粒子小於0.5mm者，得含約40%。

4.通常混合獲得充氣孔隙度和有效性水分含量，都很均衡的栽培介質時，成分粒子大在0.1-0.25mm者，得佔的20%。如果是使用水苔泥炭，則此種粒子只要佔15%即可。

5.佔高比率的細粒子（小於0.1mm）也會減少有效性水分，但不如其影響充氣孔隙度的效果。

6.並非所有栽培的植物，都要生長快速。例如室內植物，我們並不希望它成長得太好，因此我們調製此種介質時，要注意劣勢有效性水分（Less-easily available Water），亦即介質在10～300kPa張力，所釋放的水分含量就非常重要。表8顯示在含較高比率的小於0.1mm粒子時，此種劣勢有效水分含量較高。

現在更進一步舉例說明，在調製栽培介質時，如何利用網篩。如果可能將介質成分以不同網篩，分析成分粒子分布，越仔細越能精確的控制物理性質。最起碼必備三種網篩，亦即30網目篩可分出大於0.5mm的粒子，60網目篩可分出0.25mm粒子，以及150網目篩可分出0.1mm粒子，剩下來就是小於0.1mm粒子了。今有三種成分，欲混合為栽培介質，計算如表9。

表 9 利用網篩調製精確物理特性的栽培介質

Table 9. Using sieves to control physical properties.

成分	>0.5mm (30 + mesh)	0.25–0.5m (60–30mesh)	0.1–0.25mm (150–60mesh)	<0.1mm (PAN)
A	70	10	15	5
B	60	15	22	3
C	45	35	10	10
3:1:1	210	30	45	15
	60	15	22	3
	45	35	10	10
	315	80	77	28
÷5	63	16	15.4	5.6
此混合介質充氣孔隙度可能低於15%，如要提高可改採試：				
4:1:0.5	280	40	60	20
	60	15	22	3
	22.5	17.5	5	5
	362.5	72.5	87	28
÷5.5	66	13	16	5
如此混合介質充氣孔隙度可改善爲20%				

六、結 語

專家在研製一種栽培介質時，常作通盤的考慮，如表一所羅列的生物的、化學的、物理的以及生物特性。並且就上述特性做一標準化，以利商品的流通，方便品質分析測試。沒有一種栽培介質配方能適應不同的栽培管理方式，或者各種不同性質的作物。因此必須調整介質配方，來適應作物及栽培管理方法；或者改變作物及栽培管理方法來因應介質。今後栽培管理的方式，將會是朝自動化栽培管理的方式，因此栽培介質的特性有待標準化。而對於栽培介質之管理，不外乎灌水及施肥，所以調製栽培介質以平衡充氣孔隙度及有效性水分含量等物理特性最重要。如果沒有介質粒子大小分析資料，徒有栽培介質配方並不能告訴你什麼。例如一樹皮／鋸屑／砂 2：1：1配方混合介質，裝在淺盆缽裡，其充氣孔隙度可以是0%，也可以是30%，關鍵在於成分粒子的大小分布而已。

參考文獻

1. Bilderback, T. E., W. C. Fonteno, and D. R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark, and peatmoss and their effects on azalea growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(3): 522–525.
2. Bik, R. A. 1982. Substrates in floriculture. Proceedings 21st International Horticultural Congress. Vol. II: 811–822.
3. Bugbec, G. J. and C. R. Frink. 1986. Aeration of potting media and plant growth. Soil Seience 141(6): 438–441.
4. Bunt, A. C. 1983. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. Acta Hort. 150: 143–153.
5. Fonteno, W. C., D. K. Cassel, and R. A. Larson. 1981. Physical properties of three container media and their effect on Poinsettia growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(6): 736–741.
6. Hanan, J. J. 1981. Bulk density, porosity, percolation and salinity control in shallow, freely draining, potting soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(6): 742–746.
7. Handreck, K. A. 1983. Particle size and the physical properties of growing media for containers. Commun. in Soil Sci. Plant Anal. 14(3): 209–222.
8. Handreck, K. A. and N. D. Black. 1984. Choosing materials for potting mixes. IN: Handreck, K. A. and N. D. Black, Growing Media for ornamental plants and Turf. chap. 13: 103–123. NSWU Press, Australia.
9. Hoitink, H. A. J. and P. C. Fahy. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 93–114.
10. Lunt, O. C. 1957. Ornamental crop production. Cal. Agr. 11(4): 15, 18.
11. Pokorny, F. A. 1981. Rx media-a concept for container plant production. ASAE paper No. 81–1089.
12. Pokorny, F. A., P. G. Gibson, and M. G. Dunavent. 1986. Prediction of bulk density of pine bark and/or sand potting media from laboratory analyses of individual components. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(1): 8–11.
13. Richards, S. J., J. E. Warneke, A. W. Marsh, and F. K. Aljibury. 1964. Physical properties of soil mixes. Soil Sci. 98: 129–132.
14. Weiler, T. C. 1986. Go for the best mix–Rationally. Amer. Vegetable Grower Feb.: 40–41.
15. White, J. W. 1974. Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. Flor. Rev 145(4009): 28–30, 73–74.
16. Wilson, G. C. S. 1983. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. Acta Hort. 150: 19–32.

討　　論

王銀波（中興大學土壤系）問：

介質粒子大小，可影響排水與通氣，但很多植物若能用不同介質再加上不同粒子大小，使栽培介質非均一化，以供根之不同需求的觀點，不知你的意見如何？

王才義（中興大學園藝系）答：

目前用得最多的無土介質為樹皮及泥炭苔，由粒子大小考慮，可以解決水耕管理及通氣上的問題；而營養問題，可以調節配方來解決。水耕栽培中發泡煉石即是以粒子大小來分級使用。

CONSTRUCTION OF A DESIRED GROWING MEDIUM

Tsai-yih Wang

Instructor of Dept. of Horticulture

National Chung-Hsing University

ABSTRACT

Desired growing media for greenhouse crops grown in containers can be obtained through the precise control and manipulation of many properties to satisfy the requirement of reproducibility. Reproducible results are desirable in order that standardized cultural practices may be used to obtain active crop production instead of passive crop production. This is one of unique characteristics of protected horticulture. At first, the physical, chemical, biological, and economic properties of growing media should be investigated, then their standards would be created; and a growing medium could be selected by computer on the bssis of known crop requirements. That would offer the greenhouse grower an integrated cultural management program to suit automation.

Plant scientists who study container plant growing especially concerned about the physical properties of potting mixes since the physical properties effect on chemical and other properties. In addition, there existed interaction between physical properties. The relationship of particle size, porosities, and available water of growing media is stressed in this report. How to develop a medium formula by specialists, and how to use the formula to construct a desired growing medium by growers are discussed.